

# EFICACIA Y FITOTOXICIDAD A CORTO Y LARGO PLAZO DEL FOSFURO DE ALUMINIO CONTRA EL PICUDO ROJO DE LAS PALMERAS SOBRE EJEMPLARES DE PALMERAS CANARIAS VIVAS

Universitat Jaume I (UJI).  
Unitat Associada d'Entomologia  
Agrícola UJI-IVIA (Institut Valencià  
d'Investigacions Agràries),  
Departament de Ciències Agràries i  
del Medi Natural.  
Castelló de la Plana.

## 1. INTRODUCCIÓN

El picudo rojo de las palmeras, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera: Curculionidae), se ha convertido en la plaga más destructiva de palmeras en todo el mundo (Dembilio y Jaques 2015a). Esta especie, originaria de sudeste asiático y Melanesia, ha incrementado considerablemente su distribución geográfica en las últimas décadas hacia el Medio Oriente, la cuenca Mediterránea y el Caribe como resultado de múltiples introducciones involuntarias a través del material vegetal (EPPO 2008, 2009; Rugnam-Jones *et al.*, 2013). Este insecto se ha citado en 26 especies de palmeras pertenecientes a 16 géneros diferentes (Malumphy y Moran, 2009; Dembilio *et al.*, 2009). Durante esta expansión, *R. ferrugineus* se ha convertido en una plaga letal para la palmera canaria, *Phoenix canariensis* Hort. ex Chabaud, endémica a las Islas Canarias y ampliamente utilizada como especie ornamental en todo el mundo. Uno de los mayores problemas asociados a esta plaga es la dificultad de detectar los primeros síntomas de infestación debido a su ciclo de vida críptico (Dembilio y Jacas, 2011). Como consecuencia, se han establecido estrictas normas de cuarentena en pre y post entrada para prevenir la propagación del picudo. En ese sentido, la UE estableció un aislamiento físico completo

## Resumen

El picudo rojo de las palmeras, *Rhynchophorus ferrugineus*, es un curculiónido nativo del sudeste asiático que se ha extendido por todo el mundo debido, principalmente, al movimiento no intencionado de plantas infestadas. Como resultado, esta especie se ha convertido en la plaga más destructiva de palmeras a nivel mundial. La enorme dificultad que conlleva detectar los primeros síntomas de infestación debido a los hábitos crípticos de esta plaga, ha provocado que muchos países pongan en práctica estrictas normas cuarentenarias en la pre y post entrada de palmeras con el fin de evitar su propagación. Sin embargo, aún no existen protocolos cuarentenarios que permitan asegurar que las palmeras no estén infestadas por este insecto. El objetivo de este estudio fue determinar la eficacia del fosfuro de aluminio, como tratamiento cuarentenario seguro, contra diferentes estados de desarrollo de *R. ferrugineus* y comprobar los posibles efectos fitotóxicos producidos por este gas en palmeras canarias vivas. Nuestros resultados confirman que una dosis de 1,14 g m<sup>-3</sup> durante 2 días es suficiente para eliminar todos los estados de desarrollo del picudo en palmeras canarias vivas, no observando efectos fitotóxicos sobre las mismas durante un año después del tratamiento. Este procedimiento, se podría aplicar fácilmente en contenedores cerrados utilizados para la exportación de palmeras, pudiendo reducir drásticamente los riesgos asociados al tránsito de palmeras en todo el mundo.

**Palabras clave:** Picudo rojo; Palmera canaria; Cuarentena; Fosfuro de aluminio.

para palmeras importadas de áreas infestadas durante un año. Sólo cuando estas palmeras no muestran ningún signo de infestación durante ese periodo de tiempo, se concede el permiso de movimiento dentro de la UE (DOUE 2007, 2008, 2010). Sin embargo, la eficacia de este procedimiento sigue siendo polémica y podría mejorar considerablemente si se acompañara con un tratamiento cuarentenario adecuado. En la actualidad no existe ningún protocolo de cuarentena que asegure que las palmeras queden libres de picudo. En Arabia Saudí (Al-Shawaf *et al.*, 2013) se recomienda sumergir los hijuelos de palmeras datileras, *P. dactylifera*, en una solución al 0,004% de fipronil, 30 min antes del transporte para asegurar la mortalidad total de todos los estadios larvarios y así, completar la certificación y el transporte de las palmeras tratadas a

la nueva plantación en las siguientes 72 h. Sin embargo, este tratamiento no se puede aplicar a la palmera canaria, ya que el sistema de multiplicación no se basa en hijuelos. Además, actualmente en la UE, fipronil está registrado para otras aplicaciones distintas a las indicadas por estos autores, debido a sus efectos nocivos para las abejas (MAGRAMA 2016a).

Llácer y Jacas (2010) establecieron la base para el desarrollo de un protocolo de cuarentena contra el picudo utilizando el fosfuro de aluminio como fumigante. Estos autores demostraron que este compuesto se difundía rápidamente y penetraba profundamente en la corona de palmeras canarias recién cortadas, estableciendo una dosis de 1,14 g m<sup>-3</sup> de fosfuro de aluminio, durante 3 días, para matar a todos los estados de *R. ferrugineus*.



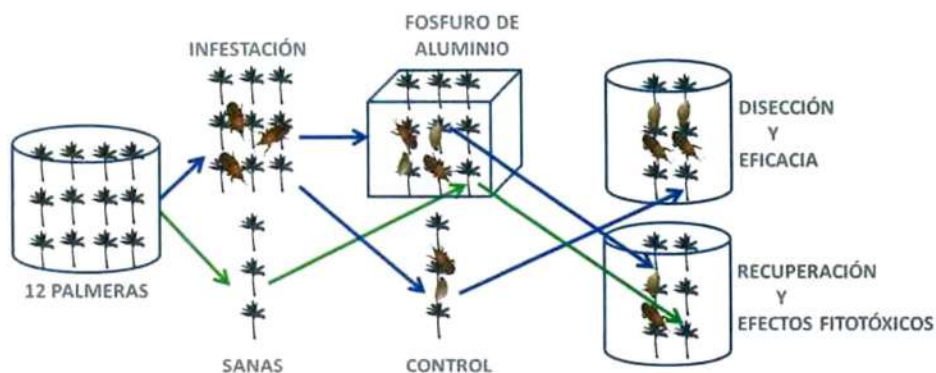
Sin embargo, estos autores no tuvieron en cuenta los posibles efectos fitotóxicos de este gas que, en ensayos anteriores, mostró fitotoxicidad para diferentes especies de palmeras (*Chamaerops humilis*, *P. canariensis*, *P. dactylifera*, *Trachycarpus fortunei* y *Washingtonia spp.*). Estos efectos adversos podrían deberse al carbonato de amonio, la urea u otras impurezas más que por el fumigante en sí mismo, como se ha visto en verduras frescas (Horn y Horn, 2004). Es por ello que el fosforo de aluminio no se ha aplicado ampliamente para la fumigación de productos frescos (Llácer y Jacas, 2010; Zhang *et al.*, 2012).

Debido a que el fosforo de aluminio no está registrado como un fumigante en la UE pero todavía está autorizado en España como un insecticida contra plagas de productos almacenados (MAGRAMA, 2016a) y es, por tanto, uno de los pocos fumigantes disponibles en el mercado, decidimos evaluar la eficacia del producto utilizando la misma dosis de fosforo de aluminio que utilizaron Llácer y Jacas (2010) pero reduciendo el tiempo de exposición, con el fin de minimizar los posibles daños fitotóxicos, y evaluarlos hasta un año después del tratamiento (Dembilio and Jaques, 2015b).

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se desarrollaron en el Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA, Montcada, España) en los años 2013 y 2014. Se utilizaron palmeras canarias de 8 años de edad dispuestas en macetas de 50 l las cuales se regaron cada 3 días. El estípite de las palmeras era de aproximadamente 45 cm de alto y 40 cm de ancho. Las palmeras se agruparon dependiendo del tratamiento en jaulas diferentes.

Para infestar las palmeras, se utilizaron adultos de picudo rojo obtenidos de trampas de campo, utilizando la feromona de agregación del picudo (Pherosan RHINCHOFORUS®) y kairomonas (etil acetato y trozos de palmas) (Dembilio *et al.*, 2009).



**Figura 1.** Diagrama que representa el proceso experimental para evaluar la eficacia del fosforo de aluminio contra el picudo rojo y su posible efecto fitotóxico en palmeras canarias. Este ensayo se repitió 3 veces.

En los ensayos se utilizó el producto comercial Gastoxin B® (fosforo de aluminio 57% de i.a. en pellets de 0,6 g, Roca Defisan S.L., Massanassa, España), el cual está registrado en España contra roedores e insectos que infestan productos almacenados (MAGRAMA, 2016b). Comenzamos nuestros experimentos utilizando la misma dosis que Llácer y Jacas (2010) (2,0 g m<sup>-3</sup> de Gastoxin B®) y reduciendo el tiempo de exposición de 72 a 48 h, considerado el periodo de tiempo mínimo de exposición según el asesoramiento técnico. Debido a los resultados obtenidos, no consideramos ningún intervalo de tiempo adicional. El tratamiento se llevó a cabo en un contenedor hermético de 33,20 m<sup>3</sup> (6 x 2,4 x 2,6 m) climatizado por un sistema hidráulico a una temperatura de 25,0 ± 2,6 °C. Una vez las palmeras estaban situadas en el contenedor, éste se selló cuidadosamente para evitar fugas de gas. Después de la exposición, el contenedor se ventiló convenientemente.

**Ensayos contra larvas de *R. ferrugineus*.** Para cada ensayo se utilizaron doce palmeras. Este ensayo se repitió tres veces (junio, julio y septiembre de 2013). Para cada ensayo, se infestaron nueve palmeras liberando cuatro adultos de *R. ferrugineus* por palmera (tres hembras y un macho) durante una semana. Catorce días después de la infestación, seis palmeras infestadas (presumiblemente infestadas con larvas hasta el estadio L-VII; Dembilio y Jacas, 2011) y tres palmeras sanas se trasladaron al contenedor hermético para la fumigación. Las tres

palmeras restantes infestadas con picudo, se mantuvieron en el mismo recinto de malla donde se infestaron como tratamiento control. Una vez finalizado el tratamiento con el gas, tres palmeras infestadas y tratadas con el gas y tres palmeras control, se diseccionaron cuidadosamente y se evaluó la presencia de *R. ferrugineus* (Figura 1). Estos datos se compararon mediante una prueba de *t*. Las tres palmeras restantes infestadas y tratadas y las tres palmeras sanas se mantuvieron en el recinto de malla durante un año extra, donde se revisaron periódicamente los posibles síntomas de fitotoxicidad (palmas descoloridas y secas, crecimiento de nuevas palmas) y posibles infestaciones. Al final del ensayo, un año después de la exposición al fosforo de aluminio, estas palmeras también se diseccionaron para comprobar si estaban infestadas de picudo.

**Ensayos contra pupas de *R. ferrugineus*.** Siguiendo el mismo procedimiento anterior, las palmeras infestadas se trataron 50 días después de la infestación para asegurar la presencia de pupas de *R. ferrugineus* en el momento del tratamiento (Dembilio y Jacas, 2011). Como el objetivo de este ensayo era comprobar la eficacia contra pupas y los efectos fitotóxicos ya se evaluaron en los ensayos anteriores, solamente se utilizaron en el ensayo tres palmeras infestadas y tres palmeras control. El ensayo también se repitió tres veces en agosto, septiembre y octubre de 2014 y concluyó cuando estas palmeras se diseccionaron después de la exposición al fosforo de aluminio.



### 3. RESULTADOS

**Ensayos contra larvas de *R. ferrugineus*.** Las tres palmeras infestadas por cada ensayo y expuestas al fosforo de aluminio durante 48 h contenían de 2 a 17 larvas (promedio  $8,7 \pm 5,0$ ;  $n = 9$ ) y el tratamiento control de 2 a 23 (media  $10,1 \pm 7,0$ ;  $n = 9$ ). Estos valores no fueron significativamente diferentes ( $t = 0,503$ ;  $P = 0,622$ ). Todas las larvas de las palmeras tratadas (78 en total) se encontraron muertas después del tratamiento mientras que no se observó mortalidad larvaria en las palmeras control. Por lo tanto eficacia contra las larvas fue del 100%.

**Ensayos contra pupas de *R. ferrugineus*.** Las tres palmeras infestadas en cada ensayo y expuestas al fosforo de aluminio durante 48 h contenían de 4 a 9 pupas (promedio  $6,5 \pm 1,7$ ;  $n = 9$ ), la misma cantidad que el tratamiento control (promedio  $7,1 \pm 1,7$ ), los cuales no fueron significativamente diferentes ( $t = 0,702$ ;  $P = 0,493$ ;  $n = 9$ ). Las pupas en las palmeras tratadas (58 en total) se encontraron muertas después del tratamiento excepto una que se trasladó inmediatamente al laboratorio, donde murió a las 24 h. No se observó mortalidad de pupas en las palmeras control. Adicionalmente se hallaron 61 larvas de diferentes estadios y 19 adultos, los cuales estaban también muertos. Por lo tanto, la eficacia de este ensayo también fue del 100%.

Finalmente, no se observaron efectos fitotóxicos en las palmeras, ni inmediatamente después de la exposición, ni durante el año posterior al tratamiento, independientemente de que estuvieran sanas o infestadas. Además, no se encontró ningún ejemplar de *R. ferrugineus* después de la disección de ambos tratamientos (infestadas y control) al año del tratamiento.

### 4. DISCUSIÓN

En consonancia con trabajos previos (Llácer y Jacas, 2010), nuestros resultados demuestran que una dosis de  $2,0 \text{ g m}^{-3}$  Gastoxin-B® ( $1,14 \text{ g}$  de fosforo de aluminio/ $\text{m}^{-3}$ ) es suficiente para matar a

todos los estados de desarrollo de *R. ferrugineus* en palmeras canarias vivas. Es destacable la alta eficacia obtenida (100%) con un día menos de exposición que el descrito por estos autores. Esta reducción de tiempo pudo ser la clave para evitar los problemas de fitotoxicidad observados previamente cuando se trataron las palmeras durante 3 días (misimos autores, resultados no publicados). De hecho, nuestros resultados demuestran la inocuidad del fosforo de aluminio a una exposición de 2 días en palmeras canarias vivas, lo cual es un prerrequisito para cualquier tratamiento de cuarentena en tránsito contra esta plaga (Al-Shawaf et al., 2013). Este requisito no se tuvo en cuenta por Llácer y Jacas (2010), ya que los ensayos los hicieron con coronas de palmeras recién seccionadas. Además, la dosis utilizada fue también más baja que la utilizada por Muthuraman (1984), quienes aplicaron una dosis de  $1,71 \text{ g}$  de fosforo de aluminio por palmera en condiciones de campo.

En nuestros ensayos, donde la infestación fue controlada, se estimó el nivel de infestación con un número suficiente de muestras (2-23 individuos por palmera) para que los resultados fueran estadísticamente válidos y a la vez que las palmeras no se dañaran excesivamente, ya que podría haber facilitado la difusión del gas dentro de las palmeras y cuestionar el método. El uso del fosforo de aluminio a  $25^\circ\text{C}$  durante 2 días puede tener un gran potencial debido a su conveniencia en el destino, justo antes de la protección física completa de un año que obliga la legislación de la UE (DOUE 2007, 2008, 2010). Todas las palmeras infestadas se recuperaron con éxito y se mostraron libres de plaga un año después del tratamiento. Este tipo de tratamiento se podría aplicar a los hijuelos de las palmeras datileras, *P. dactylifera* (el método más común de multiplicación de esta especie en el campo) aunque siempre teniendo en cuenta su sensibilidad al fosforo de aluminio. Como este tipo de tratamiento se podría aplicar fácilmente en contenedores cerrados utilizados para la exportación de palmeras, su aplicación resultaría en un tratamiento relativamente barato y fácil que podría reducir enormemente los riesgos asociados al comercio de palmeras en todo el mundo.

### 5. BIBLIOGRAFIA

- Al-Shawaf A.M., Al-Shagag A., Al-Bagshi M., Al-Saraj S., Al-Bather S., Al-Dandan A.M., and Faleiro J.R. 2013. A quarantine protocol against red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) in date palm. *J of Plant Prot Res* 53(4): 409-415.
- CAPAA, Conselleria d'Agricultura, Pesca, Alimentació i Aigua. 2015. Triptic <http://www.agricultura.gva.es/documents/170659/179073/Triptico+PICUDO+rev+ene2012.pdf/0cceb8d-585b-4199-8b14-3233272448bd>. Accessed 1 Jan 2015.
- Dembilio Ó & Jaques J.A. 2015a. Biology and Management of Red Palm Weevil. In *Sustainable Pest Management in Date Palm: Current Status and Emerging Challenges*, Springer International Publishing, pp13-36.
- Dembilio Ó & Jaques J.A. 2015b. Short communication: Short and long-term efficacy and phytotoxicity of phosphine against *Rhynchophorus ferrugineus* in live *Phoenix canariensis* palms. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13(4), 10-01.
- Dembilio Ó., Jacas J.A., 2011. Basic bio-ecological parameters of the invasive Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae), in *Phoenix canariensis* under Mediterranean climate. *Bull Entomol Res* 101: 153-163
- Dembilio Ó., Jacas J.A., Llácer E. 2009. Are the palms *Washingtonia filifera* and *Chamaerops humilis* suitable hosts for *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae)? *J Appl Entomol* 133: 565-567.
- DOUE. 2007. Commission Decision 2007/365/EC on emergency measures against the introduction and spread within the EU of *R. ferrugineus* (Olivier) [notified under document number C (2007) 2161]. Off J of Europ Union L 139: 24-27.
- DOUE. 2008. Commission Decision of 6 October 2008 amending Decision 2007/365/EC on emergency measures to prevent the introduction into and the spread within the Community of *R. ferrugineus* (Olivier) [notified under document number C (2008) 5550]. Off J of Europ Union L 266: 51-54.
- DOUE. 2010. Commission decision of 17 August 2010 amending Decision 2007/365/EC on emergency measures to prevent the introduction into and the spread within the Community of *R. ferrugineus* (Olivier). Off J of Europ Union L 226: 42-44.
- EPPO. 2008. Data sheets on quarantine pests *Rhynchophorus ferrugineus*. EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) Bull 38: 55-59.
- EPPO. 2009. First record of *Rhynchophorus ferrugineus* in Curaçao, Netherlands Antilles. European and Mediterranean Plant Protection Organization Reporting Service. Pests & Diseases. 2009/002. [on line]. Available in <http://archives.epppo.org/EPPOReporting/2009/Rse-0901.pdf> [10 Ene, 2016].
- Horn F., Horn P. 2004. Fresh fruit fumigation with phosphine as alternative for methyl bromide. Proceedings of Annual Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, Orlando, FL. Paper 58.
- Llácer E., Jacas J.A. 2010. Short communication. Efficacy of phosphine as a fumigant against *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) in palms. *Span J of Agr Res* 8(3): 775-779.
- Malumphy C., Moran H., Red palm Weevil. *Rhynchophorus ferrugineus*. Plant Pest Factsheet. [www.fera.defra.gov.uk/plants/publications/documents/factsheets/redPalmWeevil.pdf](http://www.fera.defra.gov.uk/plants/publications/documents/factsheets/redPalmWeevil.pdf). Accessed 10 Ene 2016.
- MAGRAMA. 2016a. Lista comunitaria de sustancias activas incluidas, excluidas en evaluación comunitaria y lista de sustancias básicas. Available in [http://www.magrama.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/fichas/pdf/Lista\\_Sustancias\\_activas\\_aceptadas\\_excluidas.pdf](http://www.magrama.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/fichas/pdf/Lista_Sustancias_activas_aceptadas_excluidas.pdf). [In Spanish] Acceso 10 Ene 2016.
- MAGRAMA. 2016b. Registro de productos fitosanitarios Nº 21740. Gastoxin-B® pellets. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino [on line]. Available in: <http://www.magrama.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/productos/pdf/21740.pdf> df Acceso 10 Ene 2016.
- Muthuraman M. 1984. Trunk injection of undiluted insecticides a method to control coconut red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. *Fab Ind Coc J* 15: 12-14.
- Rugman-Jones P.F., Hoddle C.D., Hoddle M.S., Stouthamer R. 2013. The lesser of two weevils: molecular-genetics of pest palm weevil populations confirm *Rhynchophorus vulneratus* (Panzer 1798) as a valid species distinct from *R. ferrugineus* (Olivier 1790), and reveal the global extent of both. *PLoS one*, 8(10): e78379.
- Zhang F., Wang Y., Liu T., Li L., Li T. 2012. Effects of low temperature phosphine fumigation on postharvest quality of white chrysanthemum 'Dabaiju'. *Scientia Horticulturae*, 142: 92-97.